



Desertec - Vision zur solaren Stromversorgung Europas

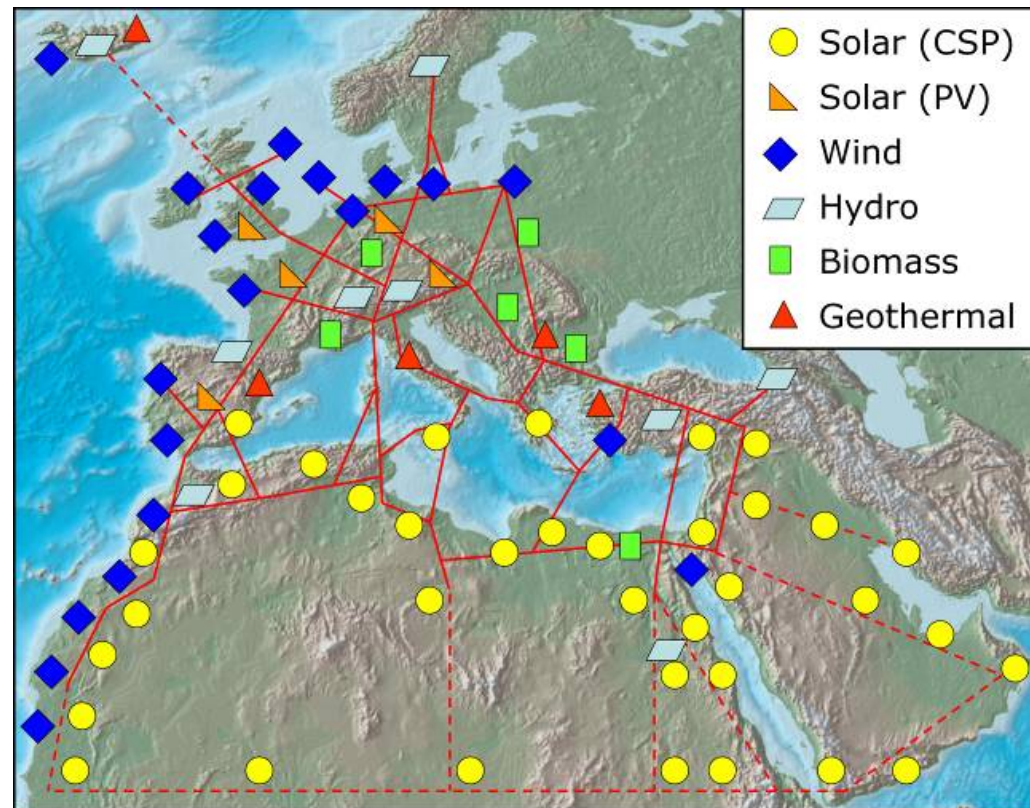
Franz Trieb

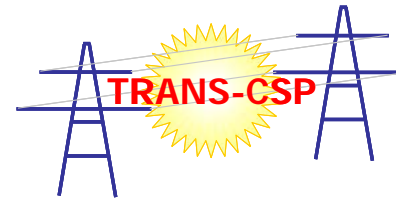
Waldhof e.V., Freiburg, 28.02.2011

DESERTEC Vision 2003

Dem Wechselstromnetz überlagerte HGÜ-Stromautobahnen verbinden gute Produktionsstandorte mit großen Verbrauchszentren

TREC
Clean Power from the Deserts
Trans-Mediterranean
Renewable Energy Cooperation
In conjunction with The Club of Rome





DLR-Studien 2004 - 2007

Ermittlung der erneuerbaren Energiepotentiale für die nachhaltige Produktion von Elektrizität und Trinkwasser in 50 Ländern Europas, Nordafrikas und des Mittleren Ostens unter Berücksichtigung der Option solarthermischer Kraftwerke.



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

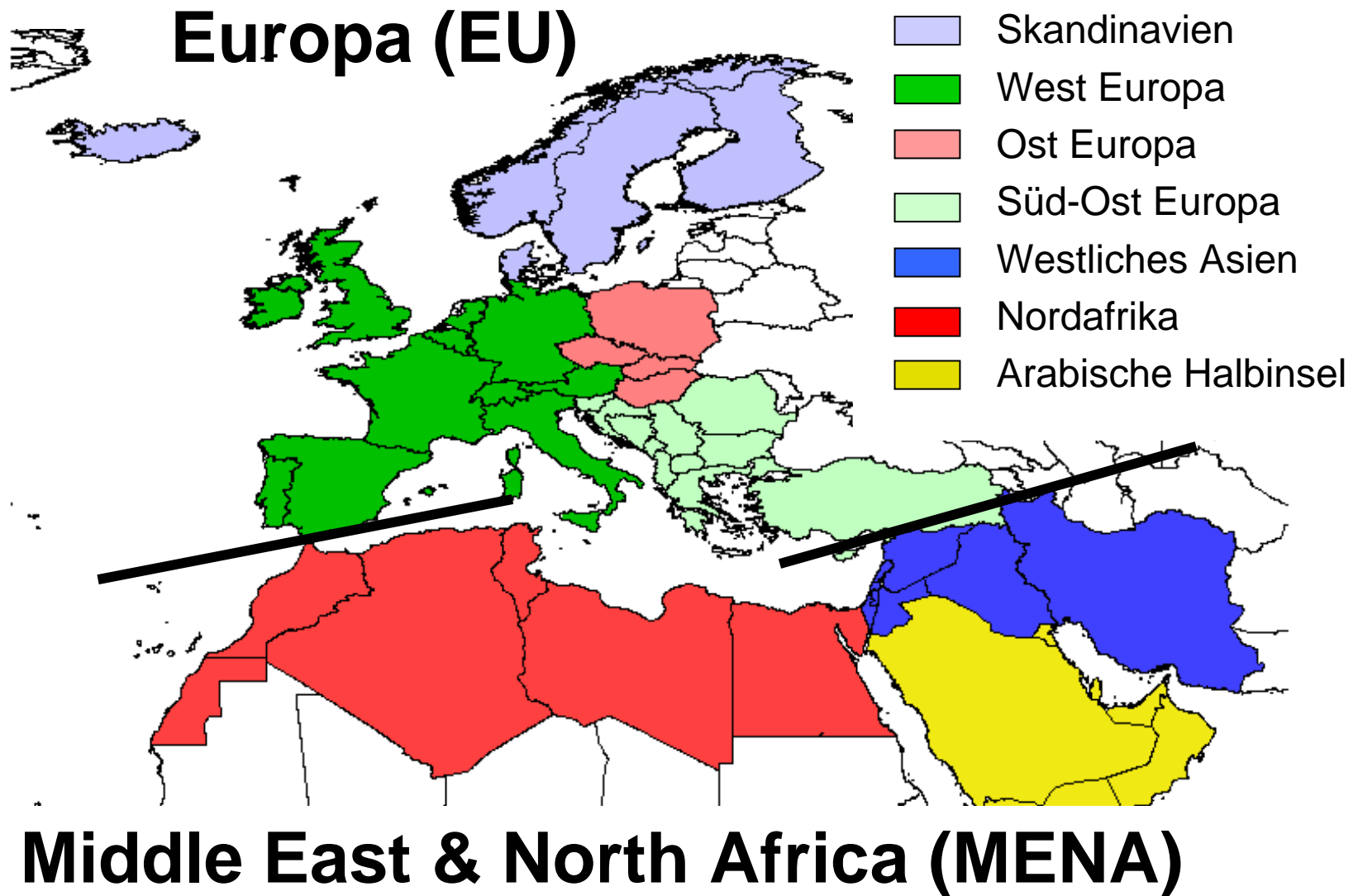


Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

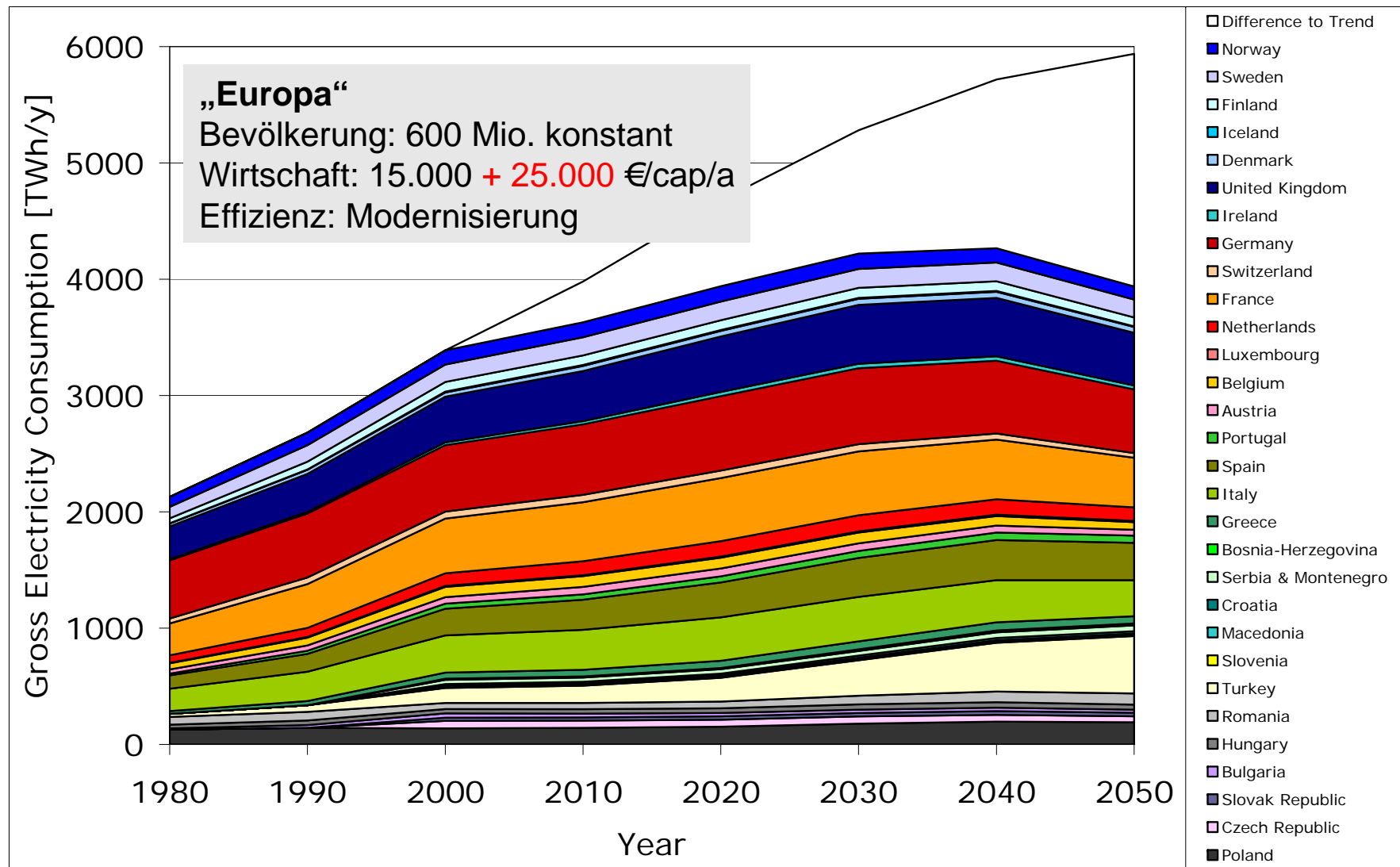
www.dlr.de/tt/trans-csp

Folie 3

Insgesamt 50 Länder untersucht

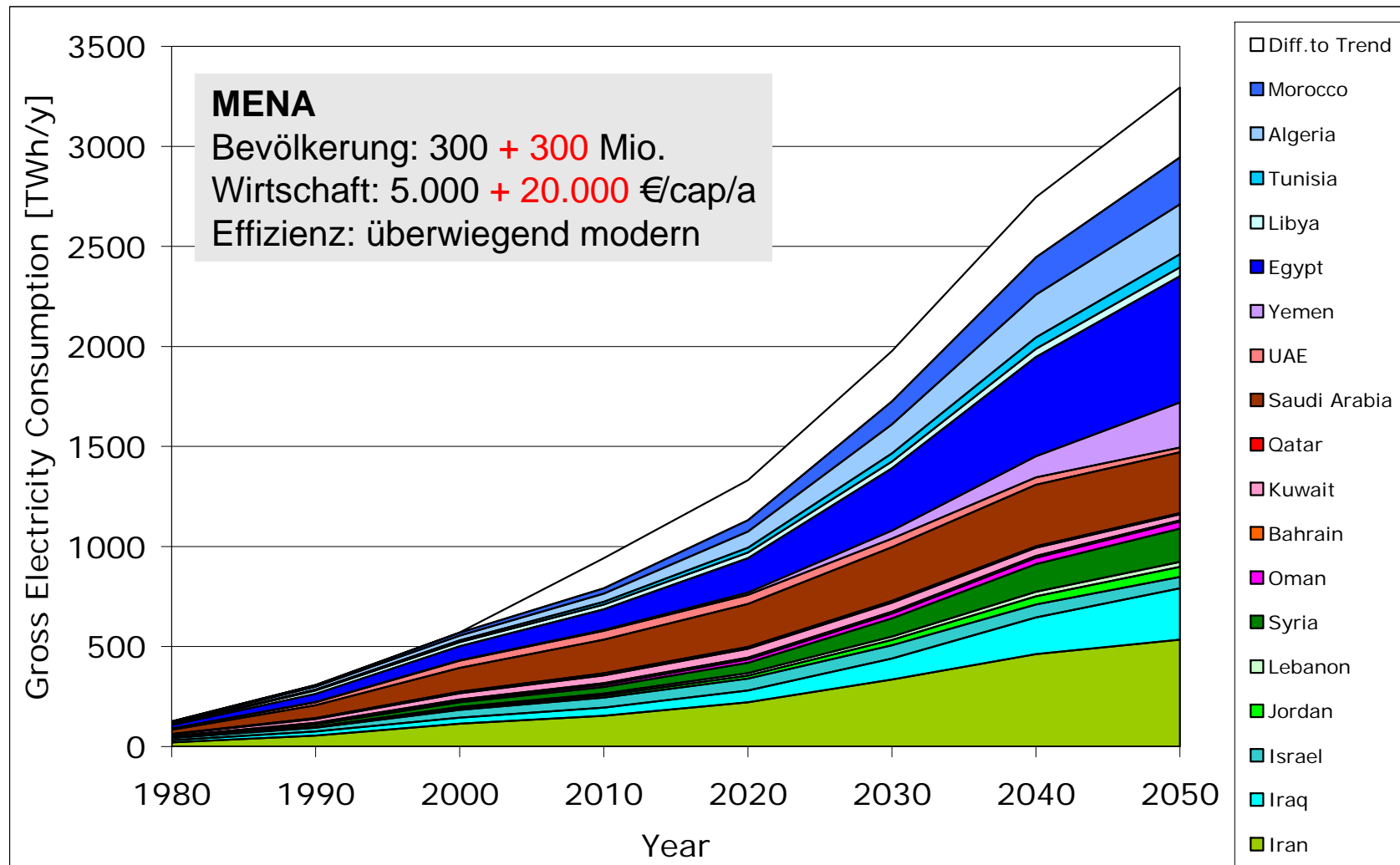


TRANS-CSP: Strombedarf in „Europa“ (ohne Elektromobilität)





MED-CSP: Strombedarf im Mittleren Osten und Nordafrika (MENA)





Elektrizität gewinnt man aus ...

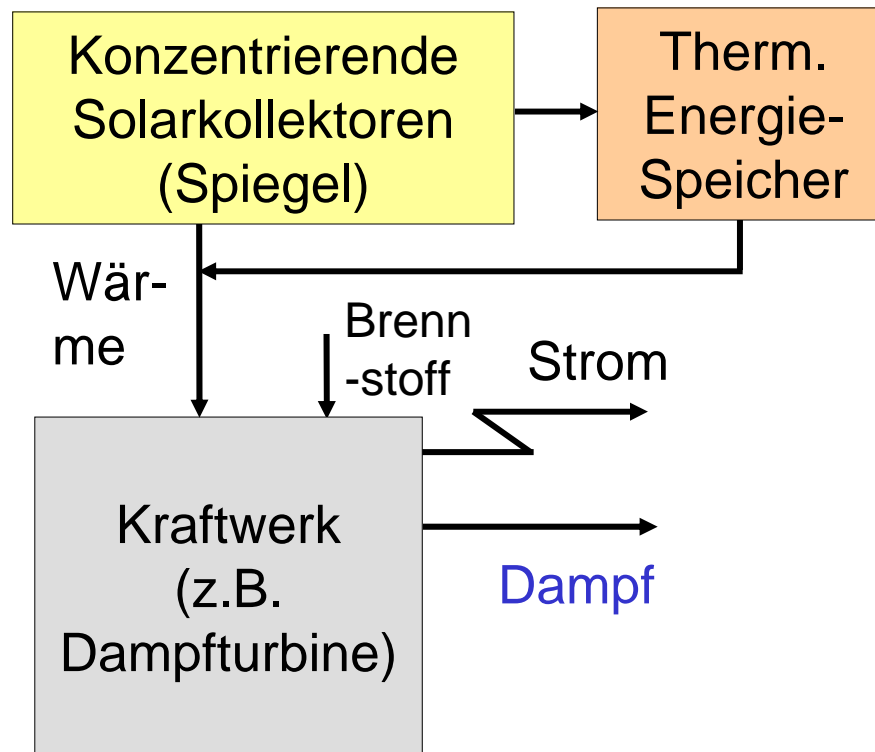
- ✓ Kohle, Braunkohle
- ✓ Erdöl, Erdgas
- ✓ Kernspaltung, **Kernfusion**
- ✓ **Wasserkraft**
- ✓ **Biomasse**
- ✓ **Solarthermische Kraftwerke**
- ✓ **Geothermie (Hot Dry Rock)**
- ✓ **Windenergie**
- ✓ **Photovoltaik**
- ✓ **Wellen / Gezeiten**

...
**ideal gespeicherten
Energieträgern**

...
**speicherbaren
Energieträgern**

...
**fluktuierenden
Energieträgern**

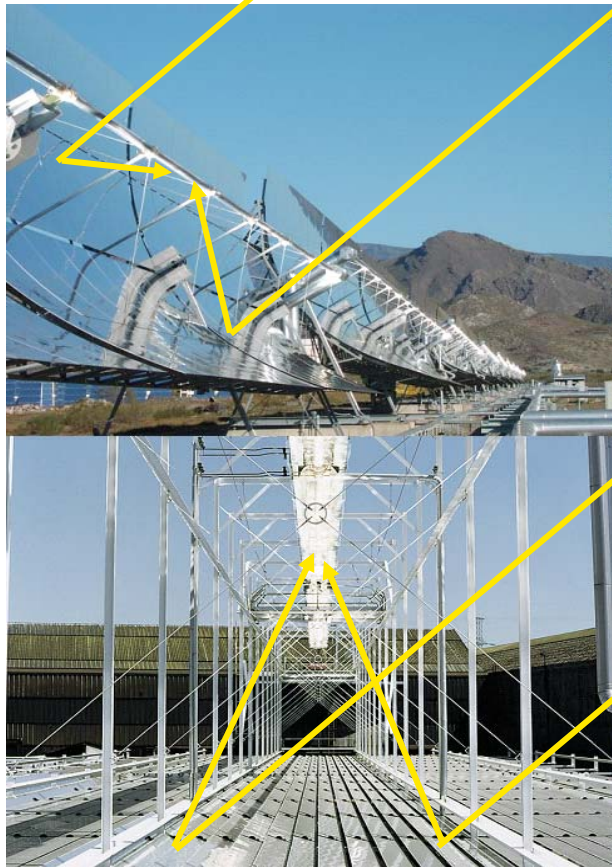
Prinzip eines solarthermischen Kraftwerks



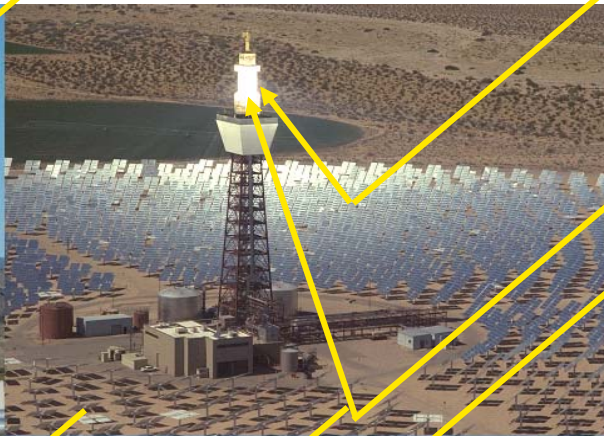
- ✓ Sonnenenergie ersetzt Brennstoff
- ✓ Sekundenreserve
- ✓ Regelleistung nach Bedarf
- ✓ Kraft-Wärme-Kopplung für Wasserentsalzung, Kälte, Fernwärme, Industrie

Konzentrierende Sonnenkollektoren

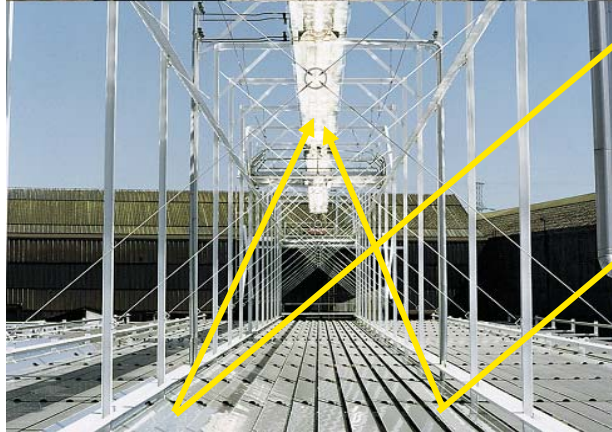
Parabolrinne (PSA)



Solarturm (SNL)



Linear Fresnel (MAN/SPG)



Dish-Stirling (SBP)





**ANDASOL 1+2, Guadix, Spanien
(2x50 MW, 7 Std. Speicher, 2009)
3500 Volllaststunden pro Jahr**





Kein zwingender Wasserverbrauch solarthermischer Dampfkraftwerke



Heller Trockenkühltürme für 450 MW Dampfturbine in Bursa, Türkei, im Vordergrund rechts konventionelles Luftkühlerelement.

Luftkühlung führt bei konventionellen Kraftwerken zu erhöhtem Brennstoffverbrauch und bei solarthermischen Kraftwerken zu verringerten Überschüssen.

Erneuerbare Energietechnologien



Wasserkraft



Solarthermische
Kraftwerke



Biomasse



Geothermie



Gezeiten



Wellen



Photovoltaik



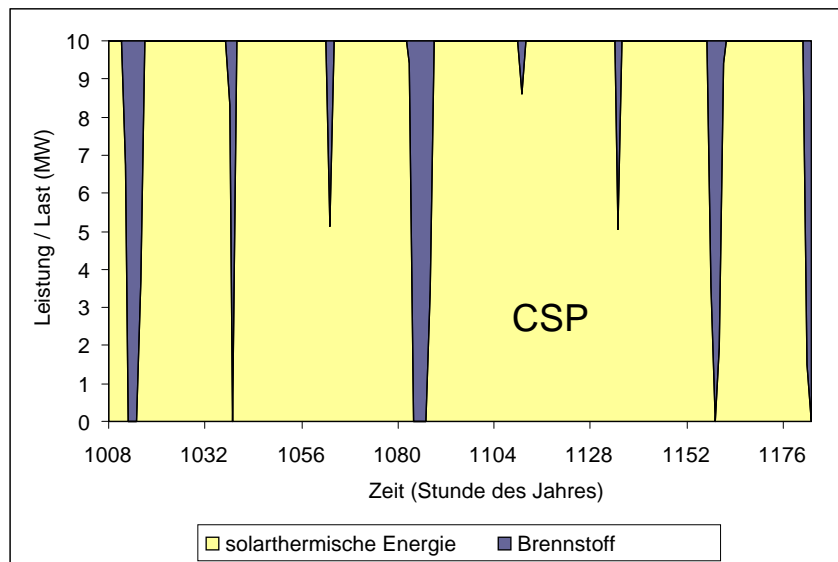
Windkraft



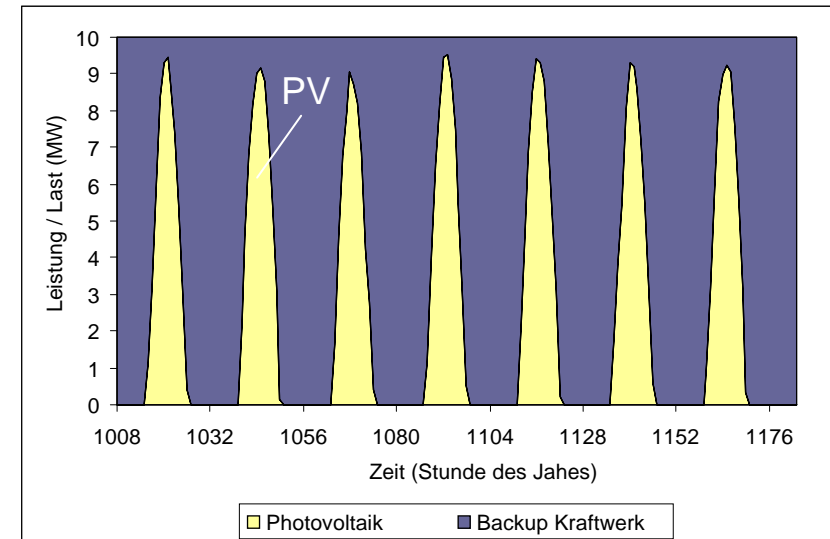
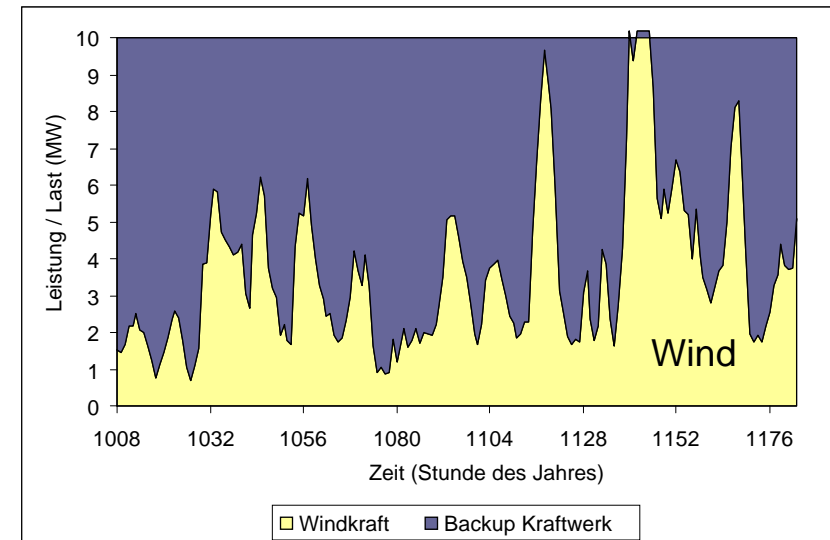


Aufgabe: z.B. 10 MW sichere Leistung

CSP: 10 MW installiert, 10 % Gas
 PV+Backup: 20 MW installiert, 75 % Gas
 Wind+Backup: 20 MW installiert, 60 % Gas



Standort Hurghada, Ägypten

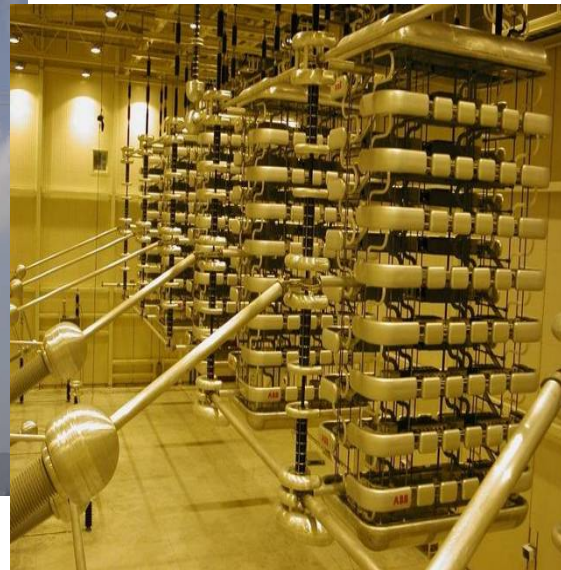


HGÜ-Leitungen in China

HGÜ
HVDC

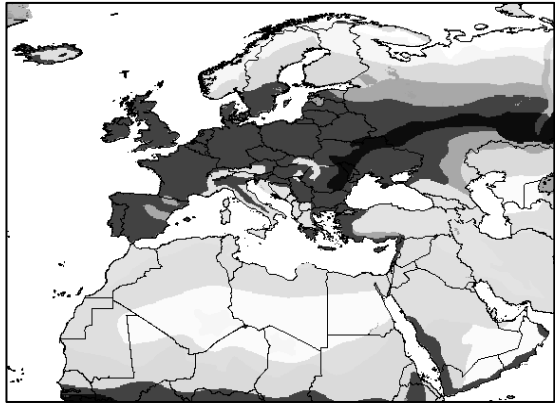
Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung
High-Voltage-Direct-Current Transmission

Spannung: ± 800.000 Volt
Leistung: 6400 Megawatt
Länge: 2070 km
Quelle: Wasserkraft
Verlust: 7%
Bauzeit: 2 Jahre
Kosten: 2,5 Mrd. €

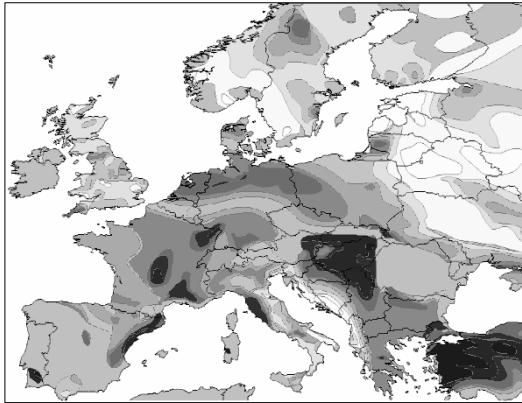


Erneuerbare Energiepotenziale in Europa, Mittlerer Osten, Nordafrika

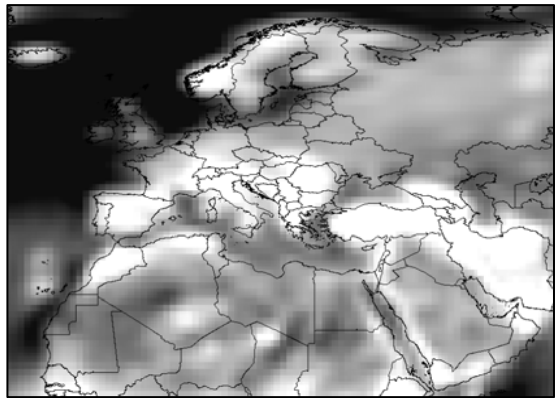
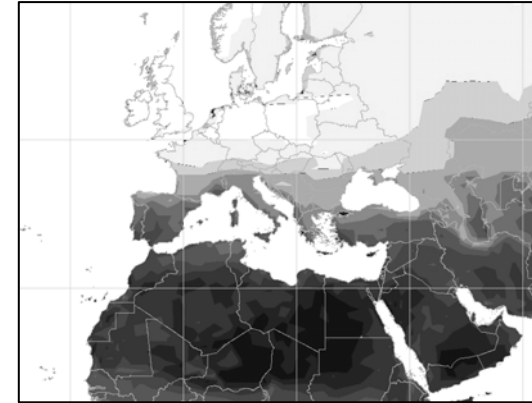
Biomasse (0-1)



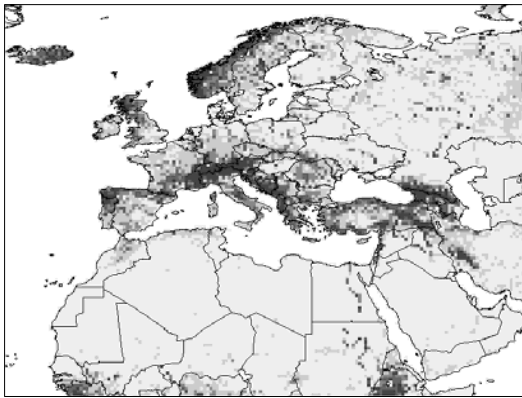
Geothermie (0-1)



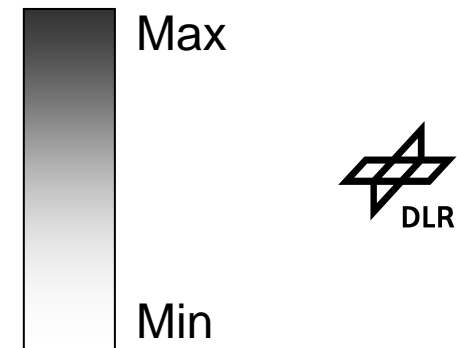
Solar (10-250)



Windkraft (5-50)

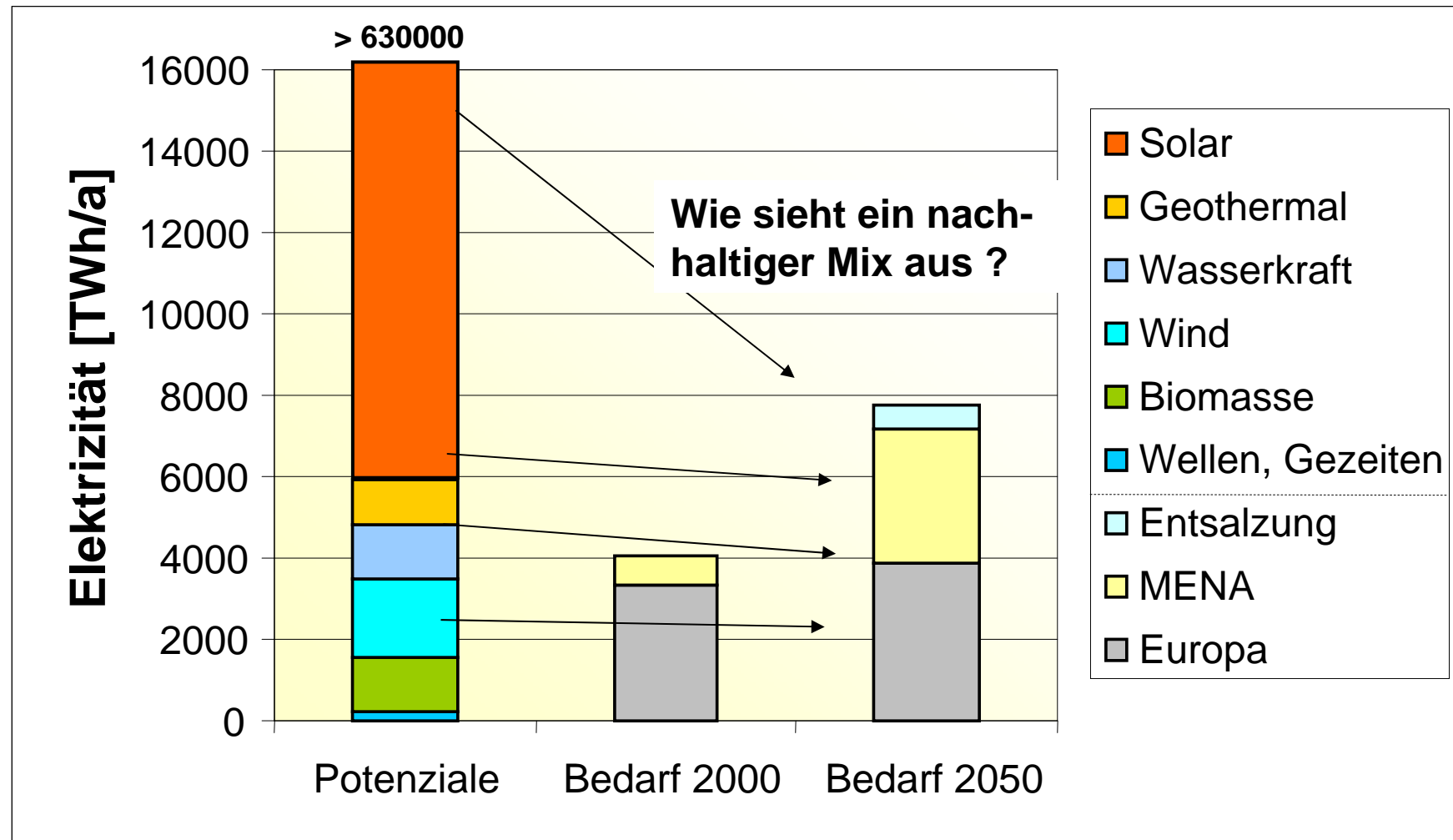


Wasserkraft (0-50)



Stromertrag
in GWh/km²/a

Ökonomische Potenziale vs. Bedarf in EU-MENA





... und was ist überhaupt “nachhaltig” ?

✓ **sicher**

verschiedene, sich ergänzende Quellen und Reserven
Lastdeckung nach Bedarf
langfristig verfügbare Ressourcen
bereits sichtbare und zeitnah ausbaubare Technologie

✓ **kostengünstig**

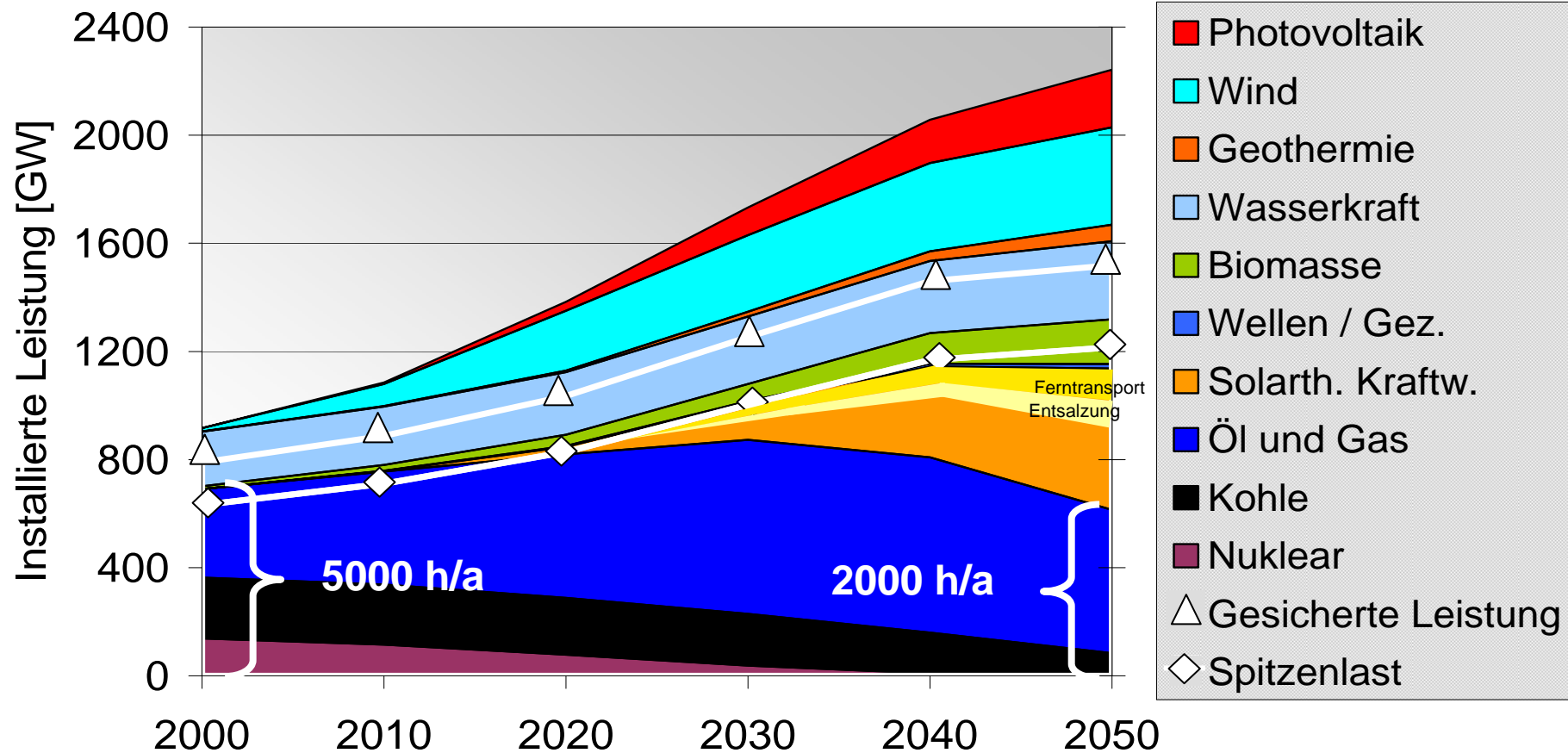
niedrige Kosten
keine langfristigen Subventionen

✓ **umwelt- und sozial kompatibel**

geringe Emissionen
Klimaschutz
geringe Risiken
fairer Zugang



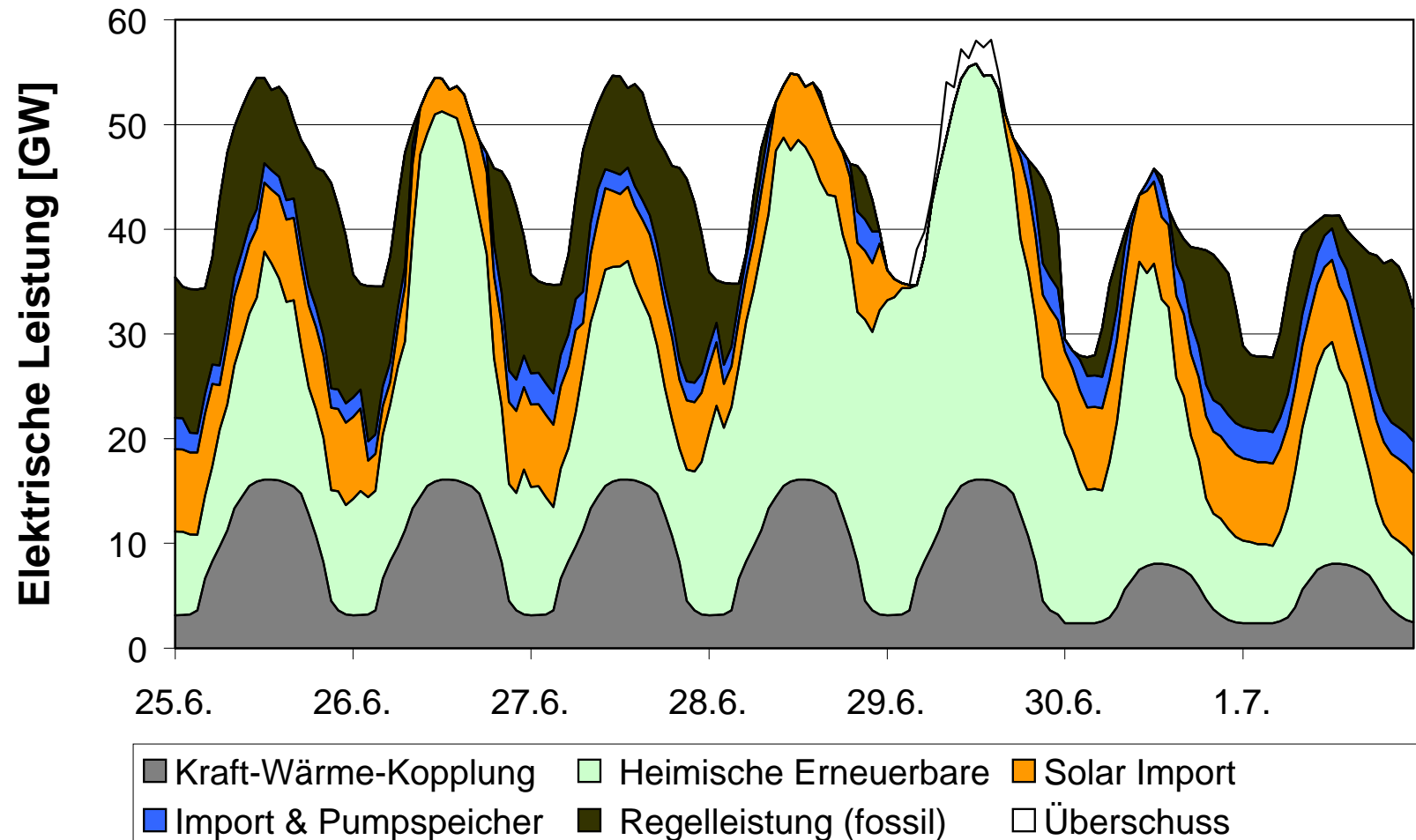
Installierte Leistung und Spitzenlast in EUMENA



➔ 100 % Verfügbarkeit + 25 % Reservekapazität



Leistung nach Bedarf: Fossile Brennstoffe decken (nur noch) Lastspitzen



Stundenmodellierung Deutschland 2050



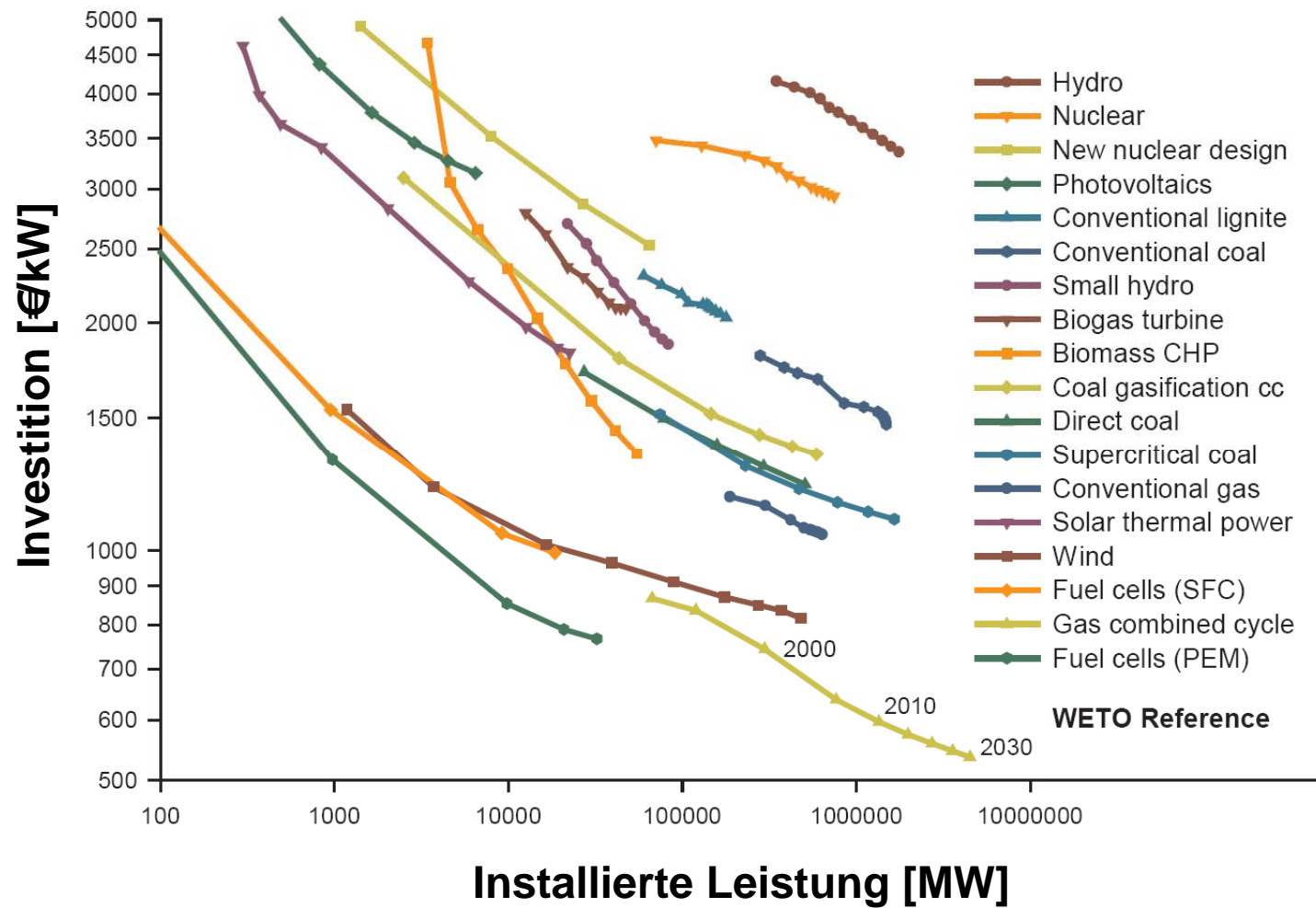


Was wird sich bis 2050 technisch ändern?

1. Die Auslastung konventioneller Kraftwerke sinkt von heute etwa 5000 h/a auf unter 2000 h/a. Es werden nur noch gut regelbare Spitzenlastkraftwerke, aber keine schlecht regelbaren Grundlastkraftwerke mehr gebraucht.

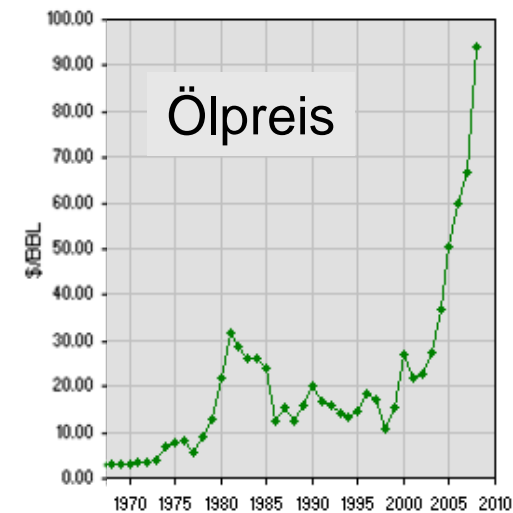
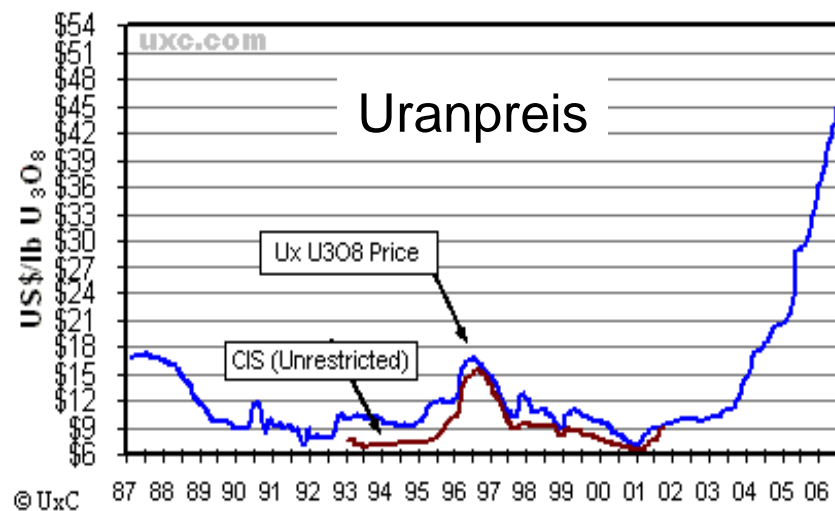
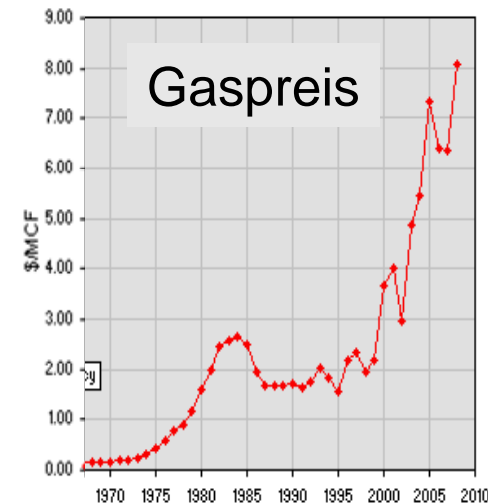
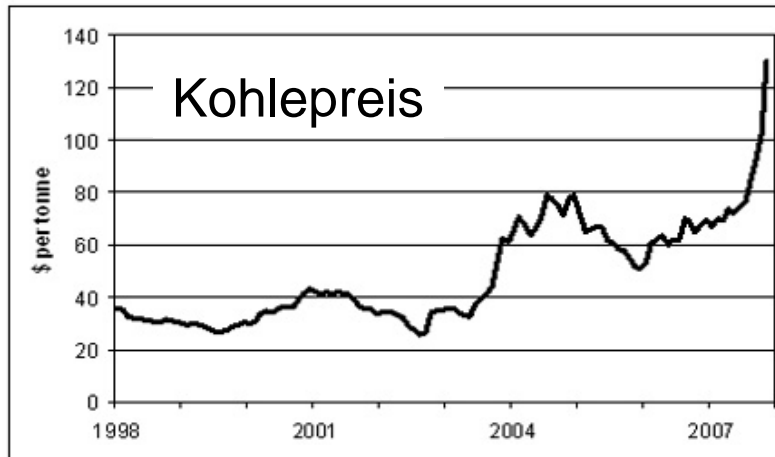
2. Europäischer Strommix:	<u>2000</u>	<u>2050</u>
Nuklear	30%	0%
Fossil (Import + Heimisch)	50%	20%
Erneuerbar (Heimisch)	20%	65%
Erneuerbar (Import)	0%	15%

Kraftwerkspreise sinken mit steigender Kapazität



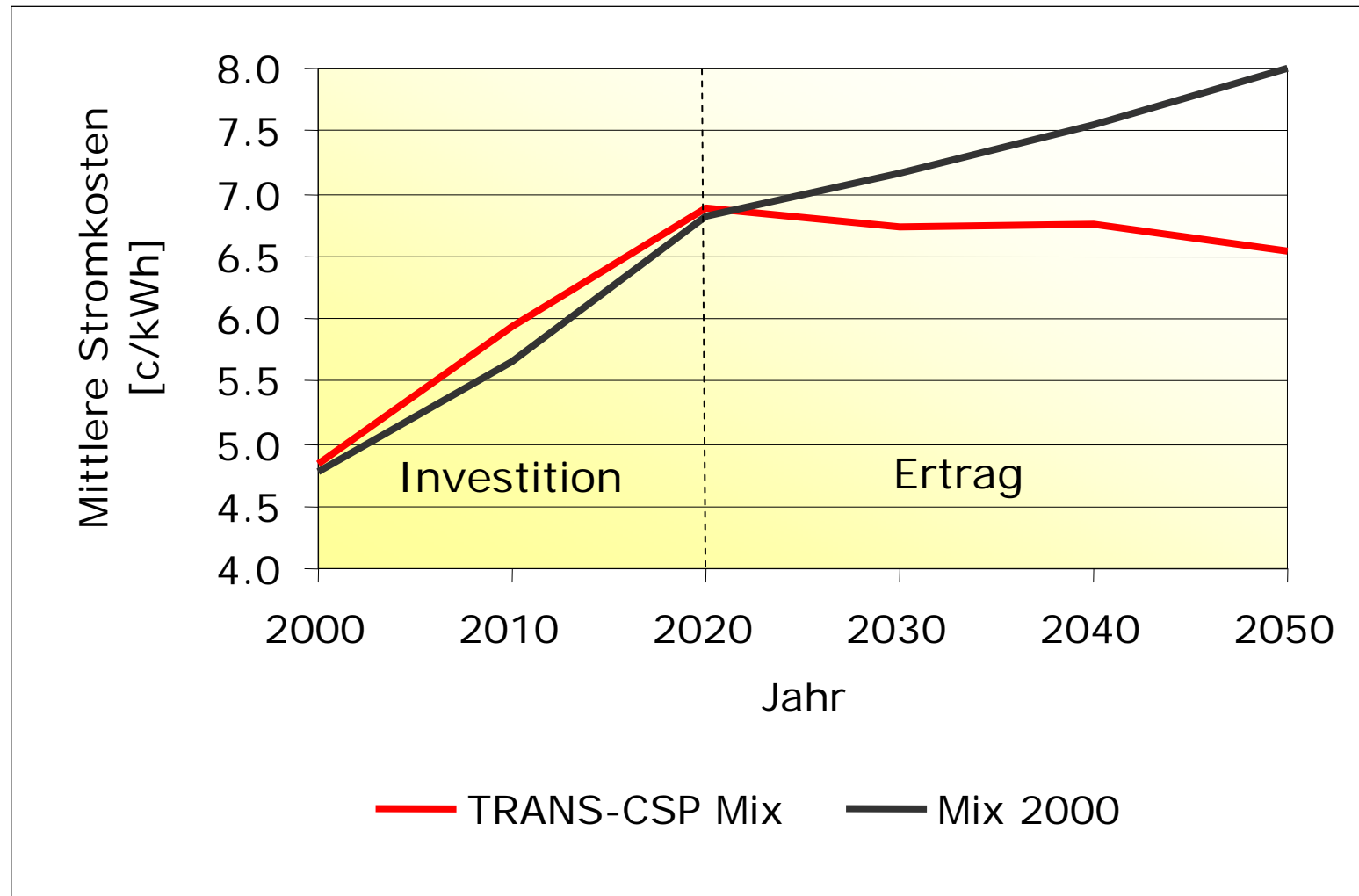


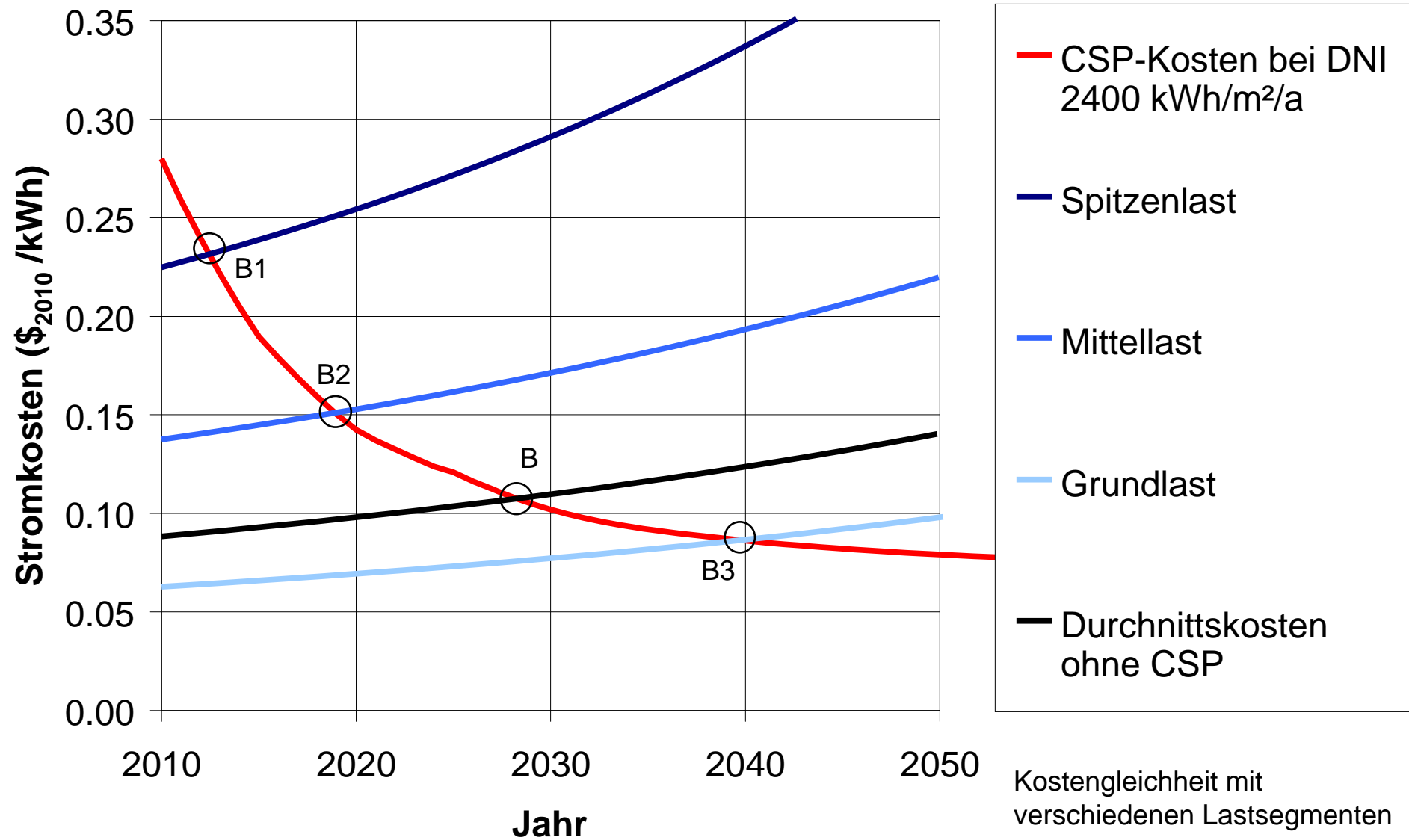
Brennstoffpreise steigen mit wachsendem Verbrauch





Entwicklung der Stromkosten am Beispiel Spanien





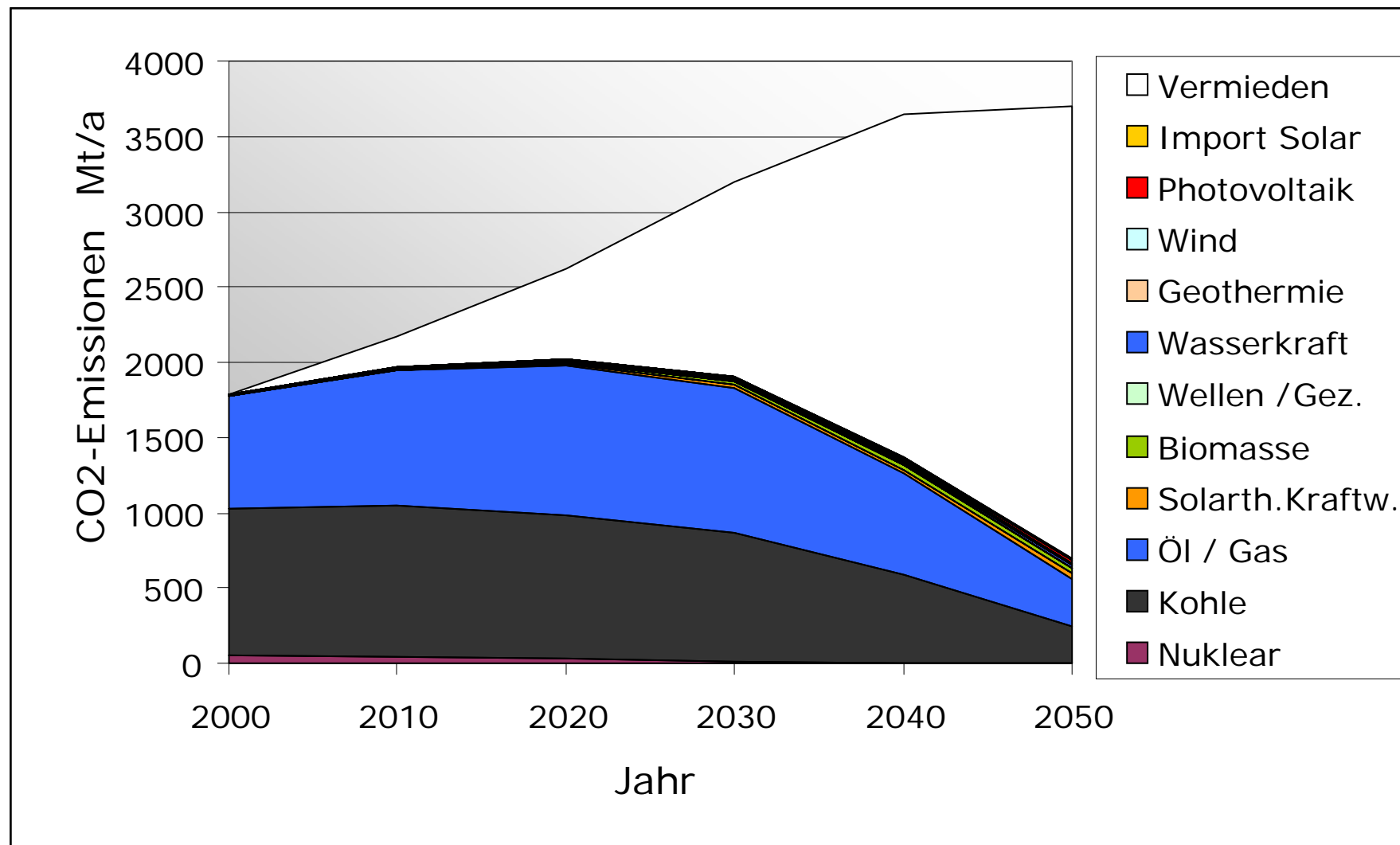


Was wird sich ökonomisch ändern?

1. Nach anfänglicher Förderung führt der Ausbau erneuerbarer Energiequellen zu einer Stabilisierung der Energiepreise und zur Entlastung der öffentlichen und privaten Haushalte.
2. Solarstromimporte aus der Wüste werden eine bezahlbare und gut regelbare Komponente der Stromversorgung und ersetzen damit vor allem fossile Brennstoffe und Kernenergie.



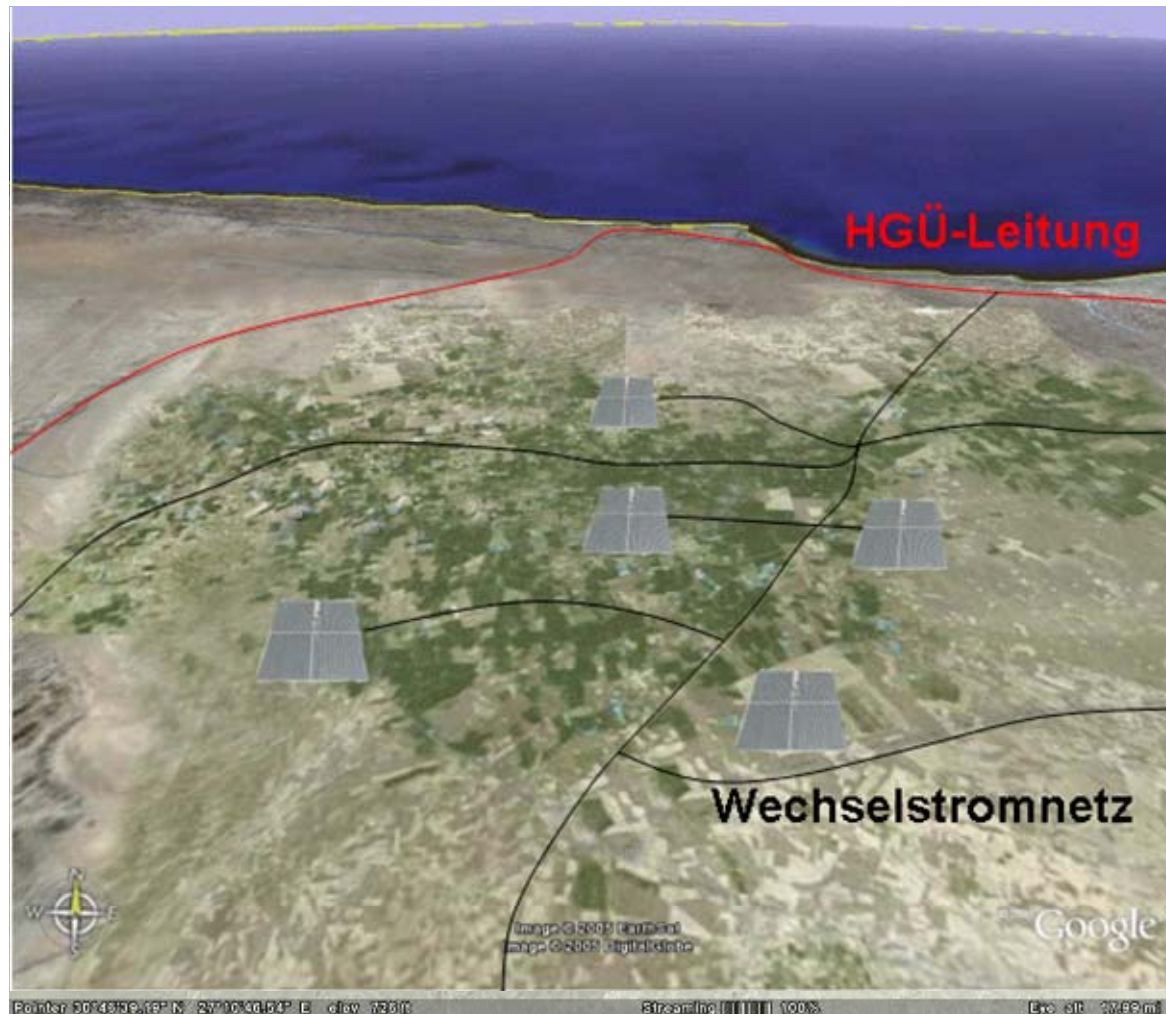
Reduktion der CO₂ Emissionen aus der Stromerzeugung auf 0.5 t/cap/a





Was wird sich ökologisch ändern?

1. Klimagase u. a. Emissionen in EU-MENA werden im Stromsektor trotz Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum auf ein klimaverträgliches Maß reduziert.
2. Der gesamte erneuerbare Kraftwerkspark wird etwa 1% der Landflächen in Anspruch nehmen.
(zum Vergleich: europäisches Verkehrsnetz: 1.2%).



Energie,
Wasser,
Nahrung,
Arbeit und
Einkommen

für weitere
300 Mio.
Menschen
in MENA ?



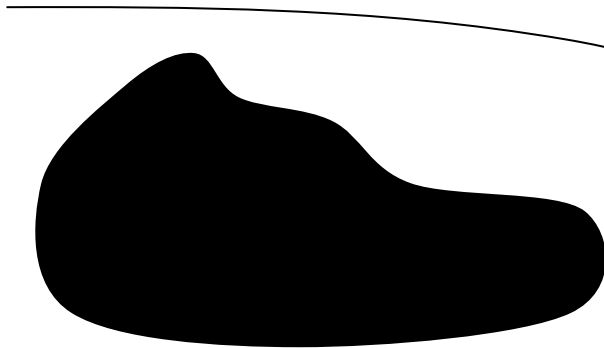
Was muss sich politisch ändern?

1. Eine gemeinsame internationale Anstrengung zur Erschließung erneuerbarer Energiequellen muss den zunehmenden Kampf um begrenzte fossile Brennstoffe ersetzen.
2. Die Umsetzung dieses Prinzips muss in den Vordergrund internationaler Sicherheitspolitik treten.
3. Weltweit müssen geeignete Rahmenbedingungen für die effiziente Verbreitung erneuerbarer Energiequellen geschaffen werden.



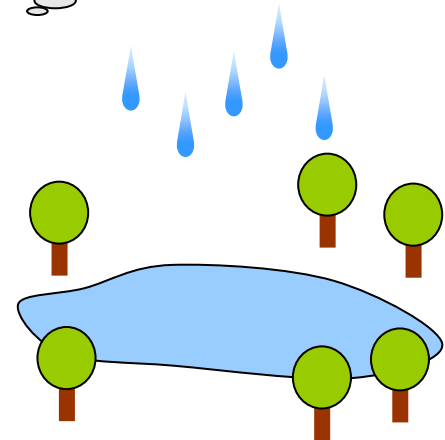
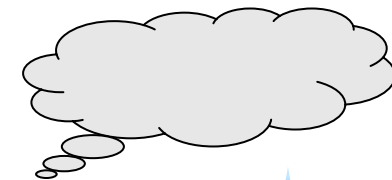
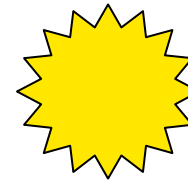
Fossile Energiequellen

Erdöl
Erdgas
Braunkohle
Steinkohle



Erneuerbare Energiequellen

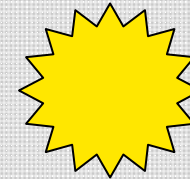
Sonne
Wind
Wasser
Biomasse



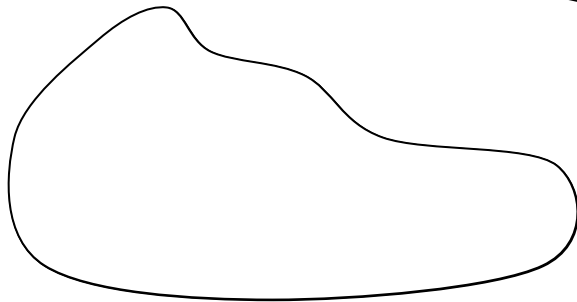
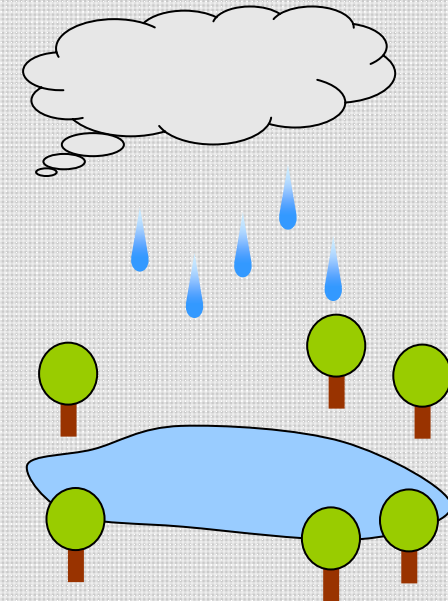
**Fossile
Energiequellen**
speicher

Erdöl
Erdgas
Braunkohle
Steinkohle

**Erneuerbare
Energiequellen**



Sonne
Wind
Wasser
Biomasse



500 Jahre später

Wer findet
den Fehler?



Homo sapiens sapiens, der weise, weise Mensch,
ist die einzige Spezies, die auf die Nutzung der
globalen Energiequellen verzichtet und statt dessen
weltweit die Energiespeicher leert.



Vielen Dank!



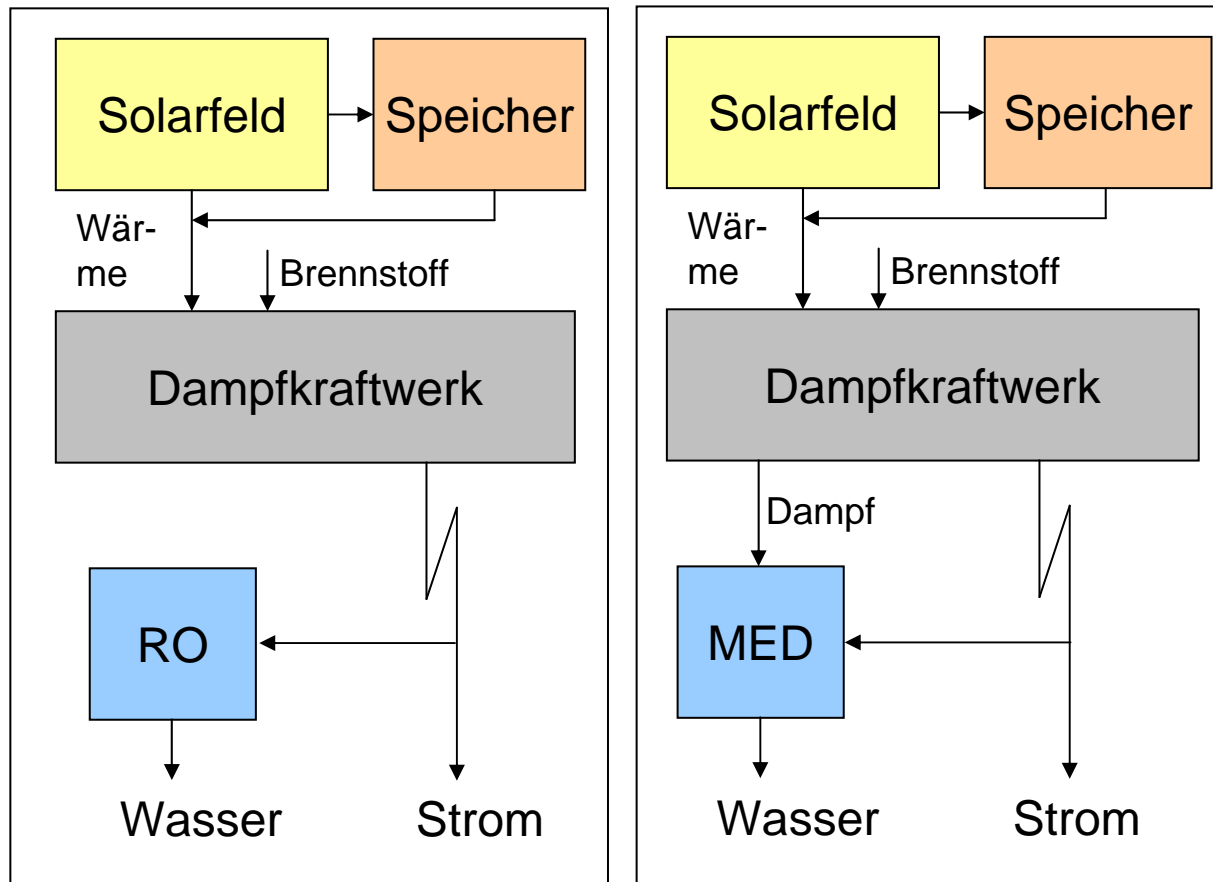
Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

www.dlr.de/desertec

Folie 33

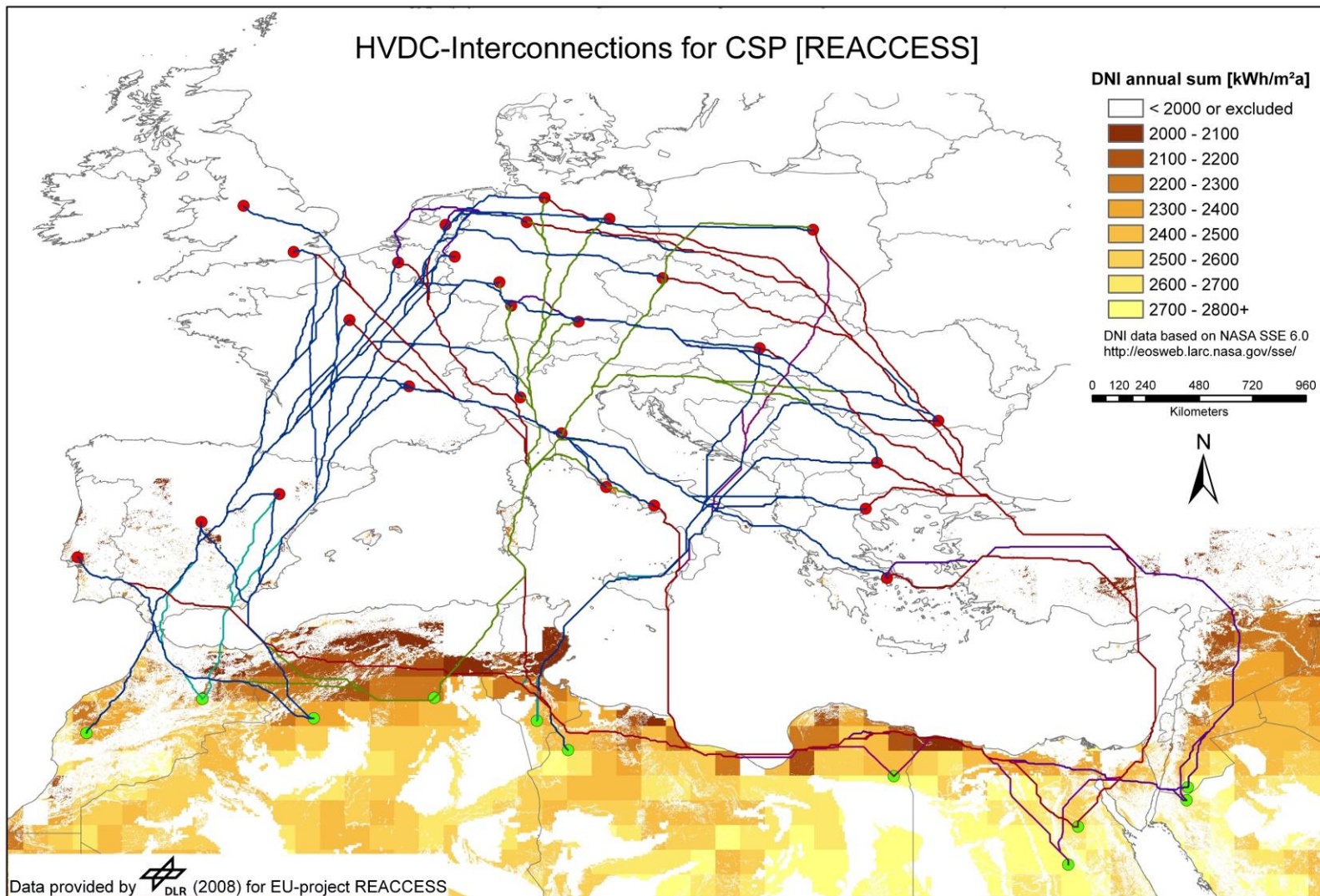


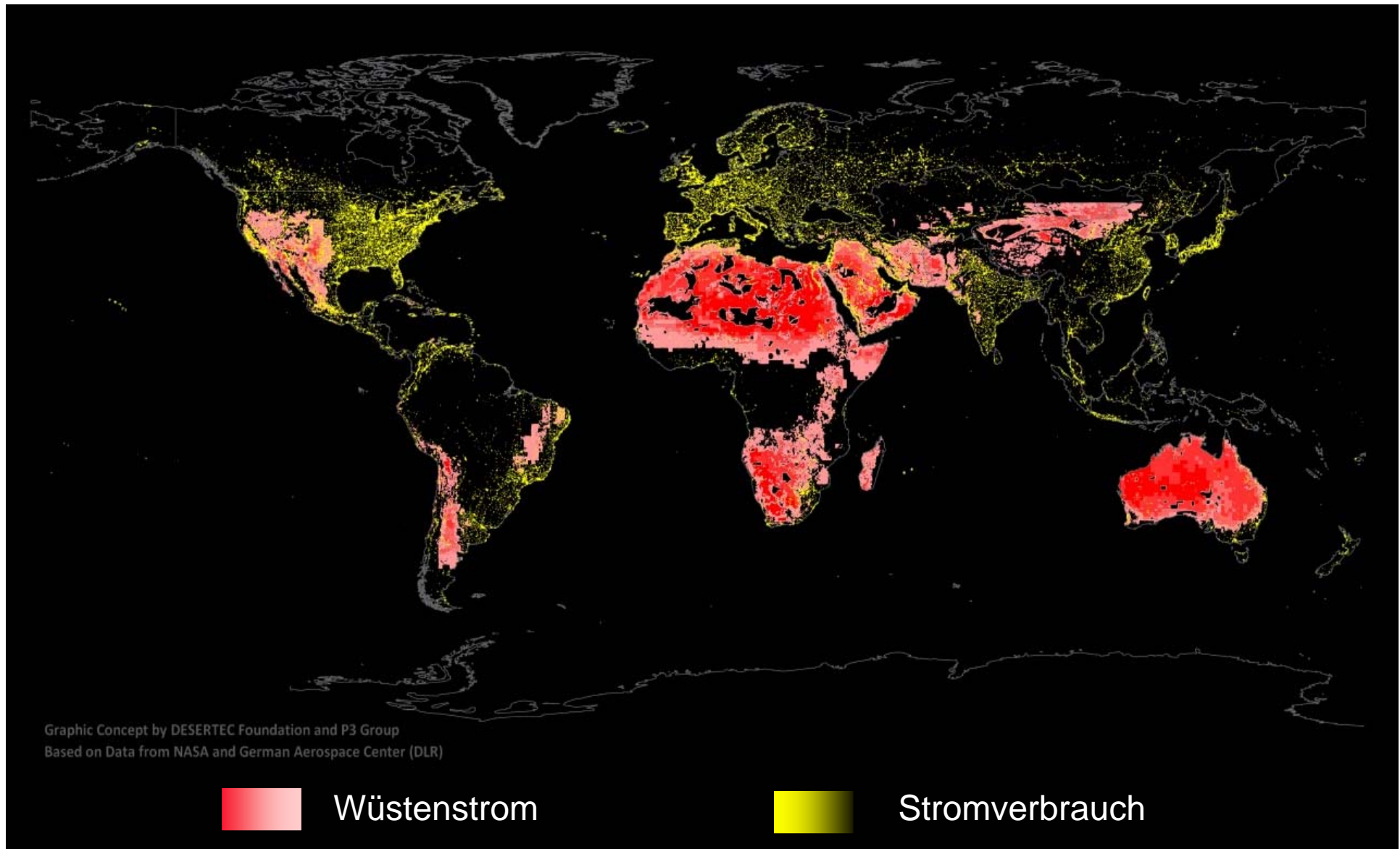
Pilotanlagen zur solaren Stromerzeugung und Wasserentsalzung



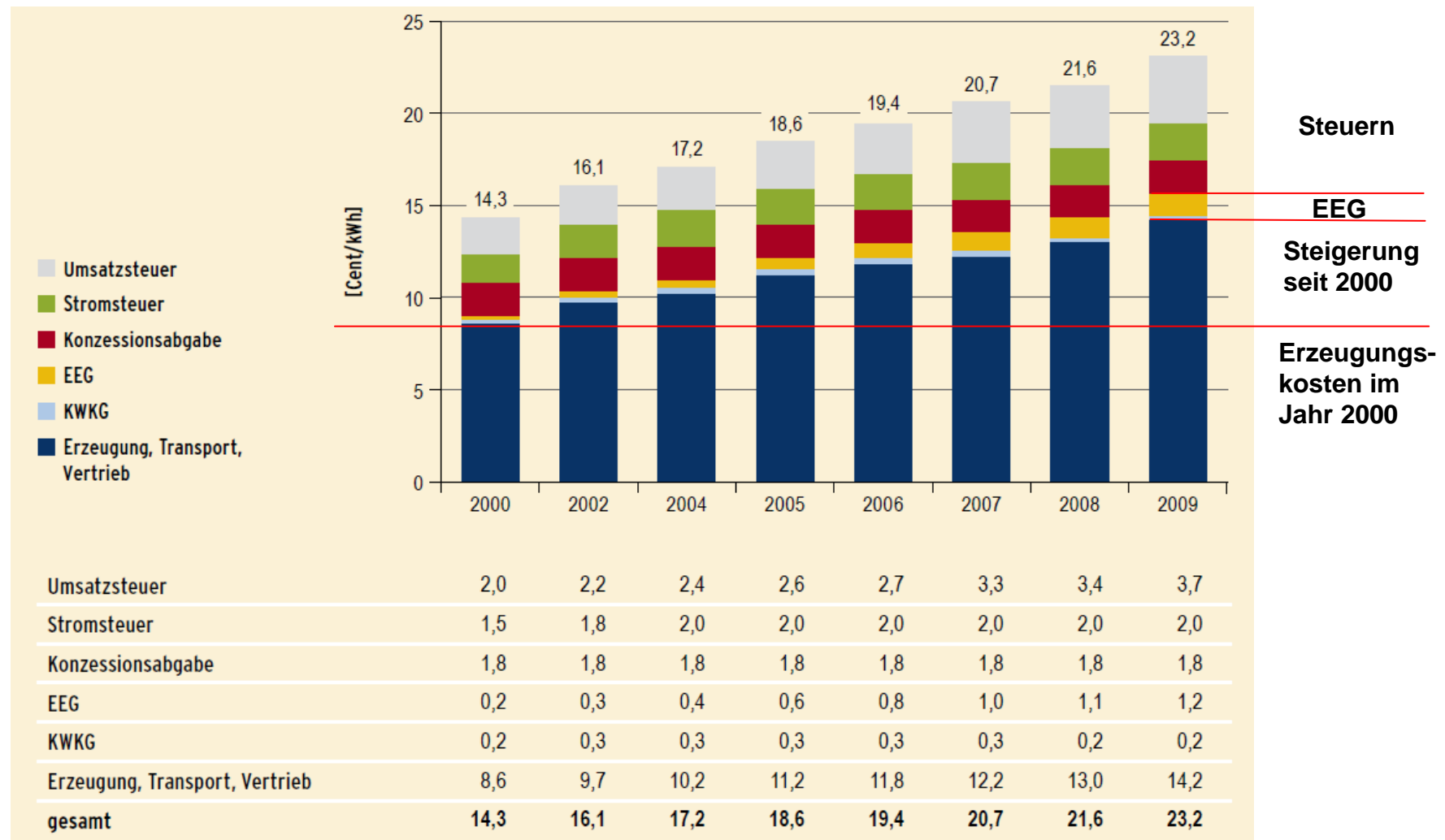
RO: Umkehrosmose
 MED: Multi-Effekt-Entsalzung

REACCESS 2009: Solare Energiekorridore für Europa





Das EEG: Kosten pro kWh für Haushaltskunden in Deutschland





NOVATEC

**Linear Fresnel
2 MW, Puerto
Errado, Spanien**

**Produktions-
automaten**

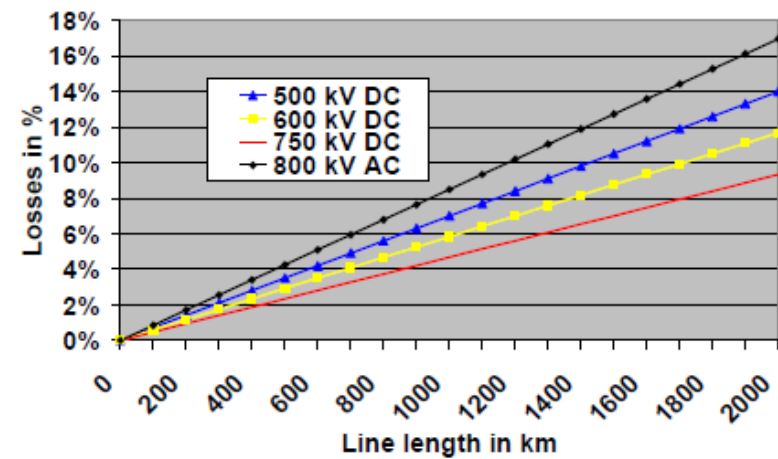
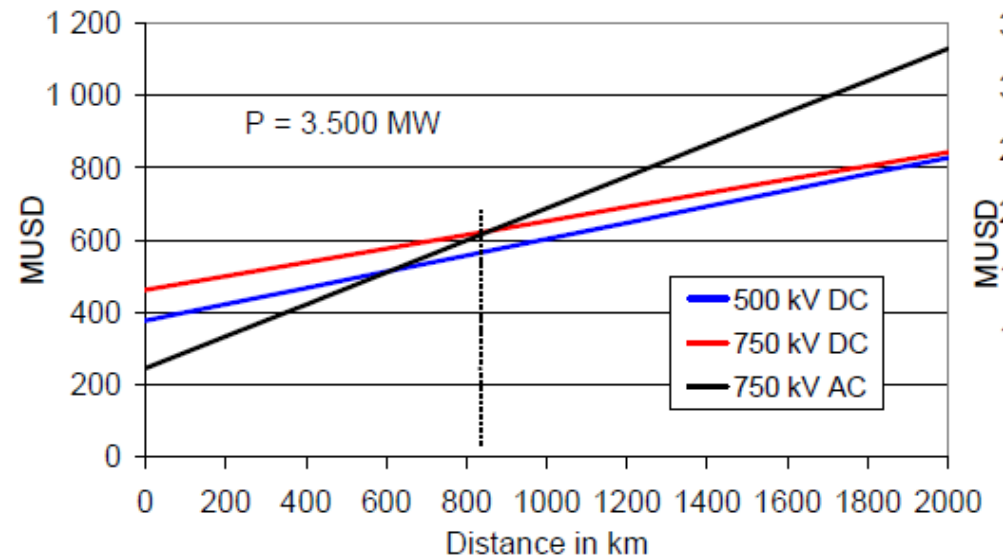
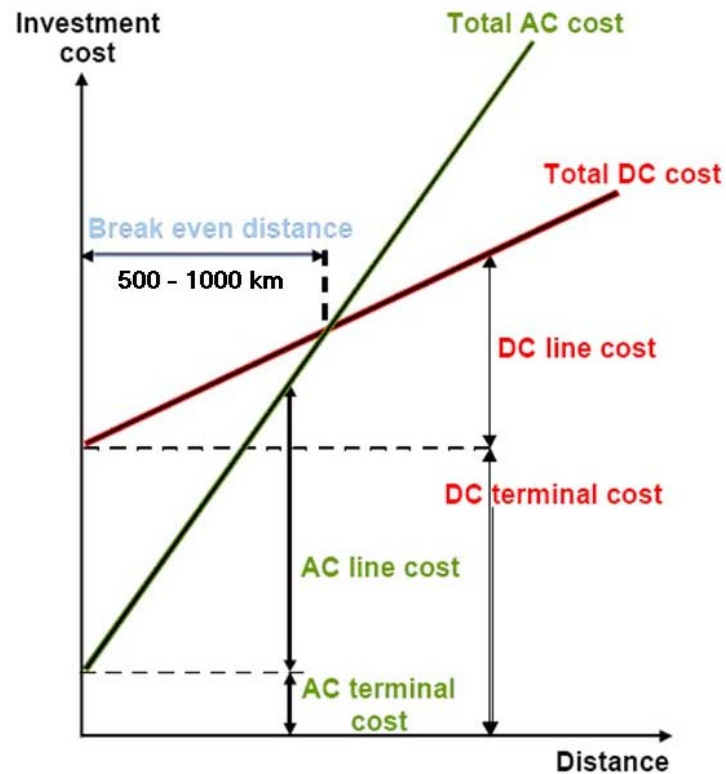
**Direkt-
verdampfung**

Trockenkühlung

Putzroboter

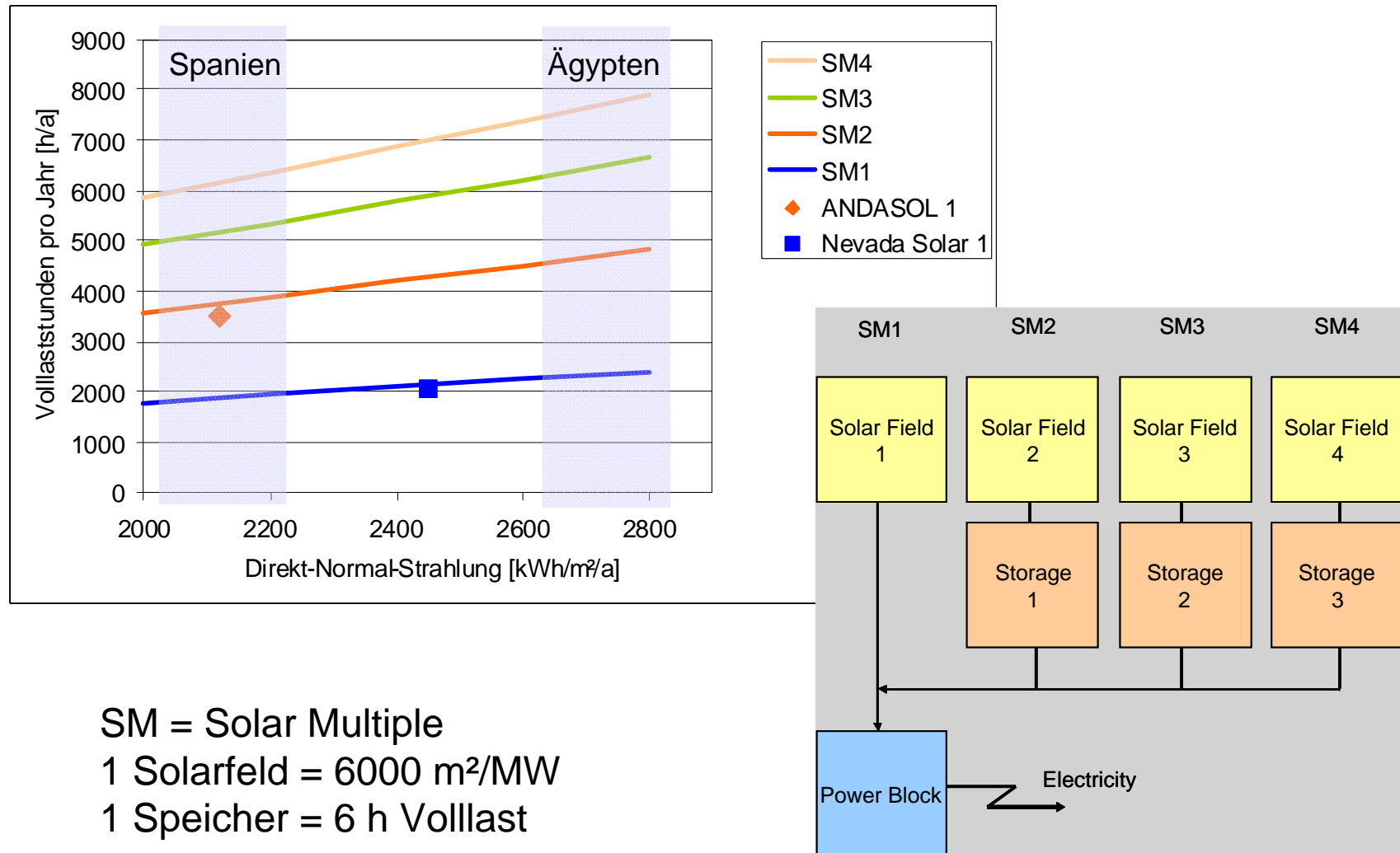


Kosten und Verluste: HGÜ (HVDC) oder Wechselstrom (HVAC)



HVDC High Voltage Direct Current
HVAC High Voltage Alternating Current

Auswirkung thermischer Energiespeicher auf die Verfügbarkeit



SM = Solar Multiple

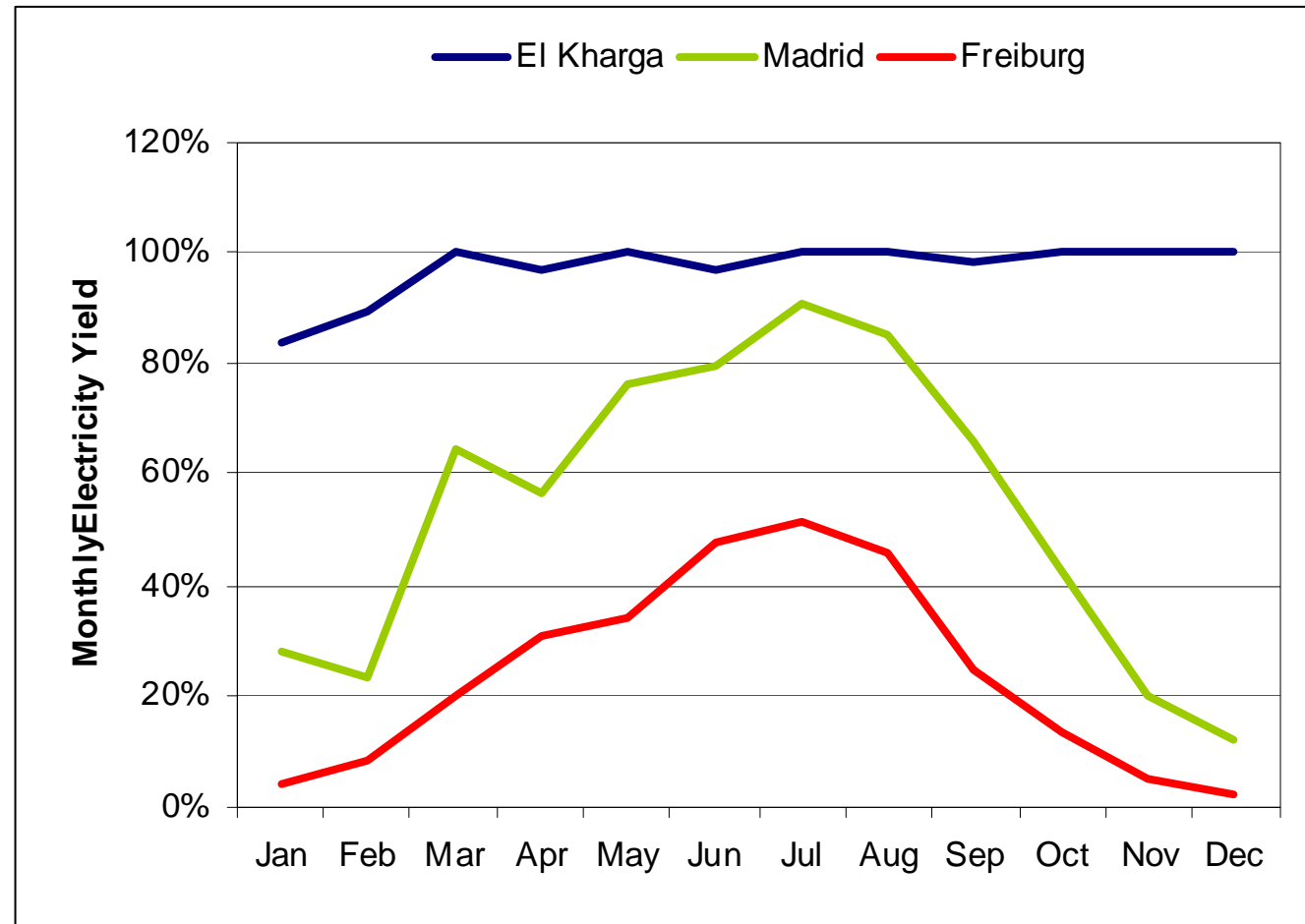
1 Solarfeld = 6000 m²/MW

1 Speicher = 6 h Vollast



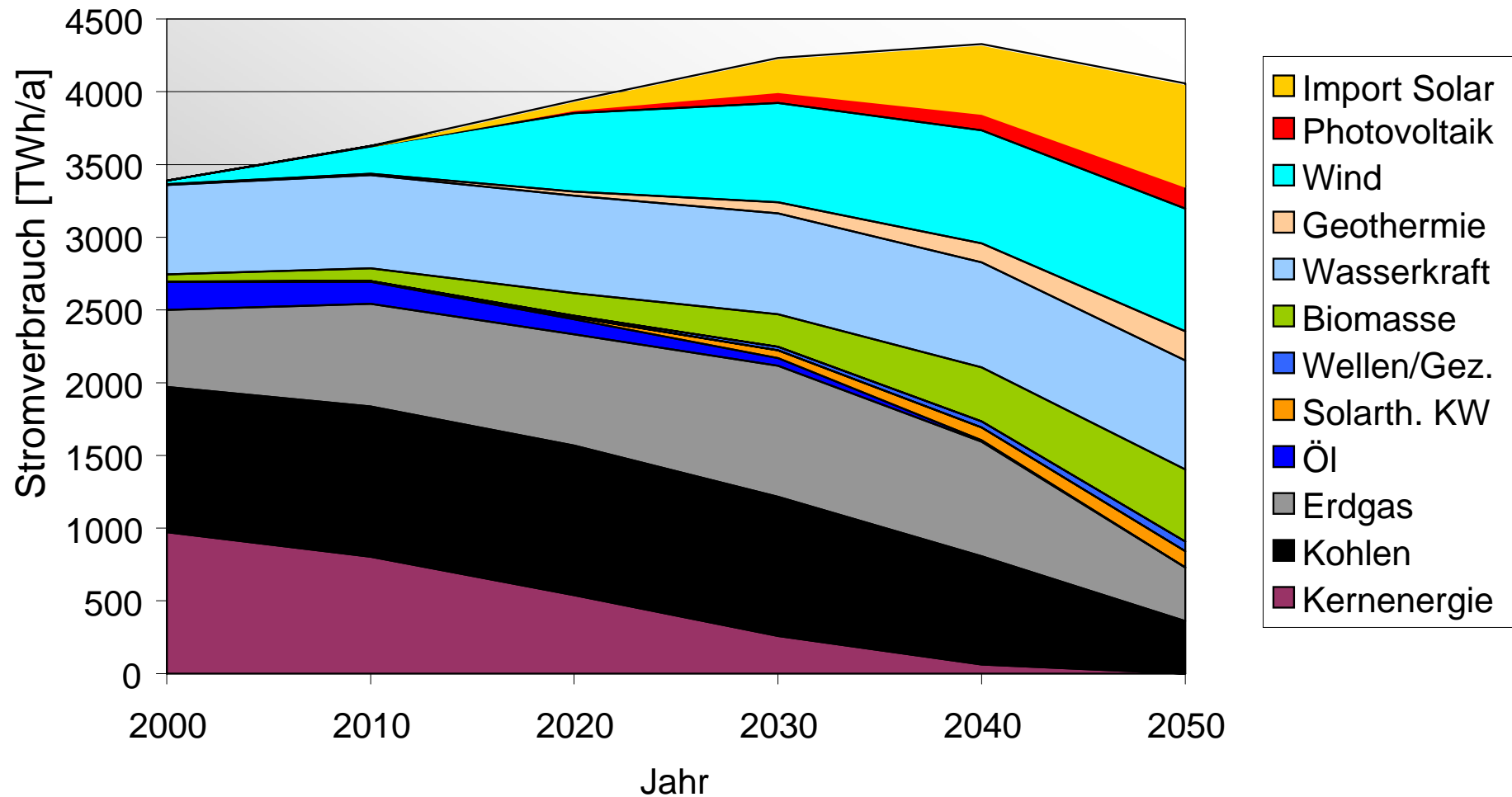
Ertrag solarthermischer Kraftwerke an verschiedenen Standorten

SM = 4





Strombedarf Europa (TRANS-CSP)





Strombedarf Mittlerer Osten und Nordafrika (MED-CSP)

